پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۹ شمارهٔ۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۷، صفحهٔ ۲۸-۱۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 1, 2018, p. 12-28
DOI: 10.22067/ijpr.v9i1.50242

بررسی اثر تراکم کاشت و میزان مصرف کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیای قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)

راحله احمدزاده قویدل[1]، قربانعلی اسدی[2]*، محمدتقی ناصری پوریزدی[3]، رضا قربانی[4] و سرور خرم‌دل[2]

۱- دانشجوی دکتری رشته بوم‌شناسی زراعی، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۲۶

چکیده

به‌منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیای قرمز تحت تأثیر تراکم کاشت و سطوح کود دامی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه سطح کود دامی (صفر، ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار)، سه تراکم بوته (۱۳/۱۳، ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) و چهار رقم لوبیای قرمز (اختر، D-81083 ناز و گلی) بودند. نتایج نشان داد که اثر ساده کود دامی، تراکم و رقم بر اکثر صفات مورد مطالعه معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود. با افزایش مصرف کود دامی اجزای عملکرد و عملکرد لوبیا افزایش یافت. مصرف کود دامی تا ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار به‌دلیل بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک، موجب بهبود عملکرد دانه به‌ترتیب برابر با ۷ و ۱۵ درصد نسبت به شاهد شد. همچنین با افزایش تراکم بوته روند افزایشی برای عملکرد مشاهده گردید. در بین ارقام بالاترین عملکرد دانه مربوط به رقم ناز (۲۹۱/۰۴ گرم بر مترمربع) بود و کمترین میزان به رقم اختر (۲۳۶/۶۳ گرم بر مترمربع) اختصاص داشت. بالاترین عملکرد دانه ارقام لوبیای قرمز در شرایط سطوح مصرف کود دامی به‌ترتیب برای گلی+مصرف ۳۰ تن کود دامی (۳۰۵/۵۹ گرم در مترمربع) و اختر+ بدون مصرف کود دامی (۲۲۰/۳۳ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۱$) داشت و بالاترین ضریب همبستگی برای وزن ۱۰۰دانه (R^2=۰/۷۲۳**) به‌دست آمد. تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام مختلف باعث بروز تفاوت در اجزای عملکرد و عملکرد گردید، به‌طوری‌که بالاترین عملکرد دانه در بین ارقام مورد مطالعه مربوط به رقم ناز بود.

واژه‌های کلیدی: تفاوت ژنتیکی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، رقم ناز، ضریب همبستگی، وزن ۱۰۰دانه

مقدمه

کاربرد کودهای آلی و دامی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مثمرثمر واقع شده و می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی مطرح باشد. مزیت این نوع کودها، چرخه تجدیدپذیر سریع آن‌ها در اکوسیستم است که پایداری هرچه بیشتر محیط و سلامت سایر جانداران و مصرف‌کنندگان را محقق می‌سازد (Torkamani & Alikhani, 2008). عملیات مدیریتی مبتنی بر استفاده از مواد آلی باعث بهبود پایداری سیستم‌های زراعی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گردد (Saha *et al*., 1999). افزایش تولید ماده خشک در نتیجه استفاده از کودهای آلی تحت تأثیر بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و دردسترس قراردادن انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد و نیز فراهمی عناصر غذایی می‌باشد (Karthikeyan *et al*., 2008)، به طوری‌که این اثرات ناشی از سطح متعادل فراهمی عناصر معدنی و نیز بهبود حاصلخیزی خاک ناشی از اعمال کودهای آلی در طول دوره رشد گیاه می‌باشد (Limon-Ortega *et al*., 2008). از طرفی کودهای آلی با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک (Singer *et al*., 2008) باعث ایجاد شرایط مناسب‌تر برای رشد گیاه می‌شوند. مصرف کودهای آلی علاوه بر افزایش تعداد جانداران مفید، معمولاً باعث کاهش

*نویسنده مسئول: مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکدهٔ کشاورزی، گروه اگروتکنولوژی، تلفن: ۰۵۱۳۸۸۰۵۸۰۷، asadi@um.ac.ir

جانداران مضر همانند پاتوژن‌ها و آفات گیاهی نیز می‌گردند (Graham, 2009).

اگرچه لوبیا به کمک باکتری *رایزوبیوم*، نیتروژن هوا را تثبیت می‌کند، ولی به‌دلیل پتانسیل پایین تثبیت‌کنندگی نیتروژن در این گیاه اغلب نیاز به کوددهی دارد (Westermann *et al*., 1981). بر این اساس، چون سیستم ریشه‌ای گیاه مرکز ثقل آن در خاک محسوب می‌شود (Leithy *et al*., 2006)، می‌توان با تغییر مدیریت حاصلخیزی خاک بر مبنای مدیریت پایدار، علاوه بر بهبود خصوصیات خاک و افزایش رشد و عملکرد محصول، پایداری بوم‌نظام‌های زراعی را نیز در درازمدت تضمین نمود.

عملکرد دانه همواره متأثر از رقابت درون و برون‌گونه‌ای برای دستیابی به عوامل تولید است، لذا برای به‌حداقل‌رسانیدن رقابت و حصول حداکثر محصول، انتخاب تراکم مطلوب و نحوه توزیع بوته‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. اثر تراکم گیاهی بر محصول، عمدتاً به‌علت تفاوت در چگونگی توزیع انرژی تابشی خورشید است و افزایش جذب تابش خورشیدی منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Fathi, 2005). تراکم مطلوب به عوامل مختلفی از جمله خصوصیات گیاه، طول دوره رشد، زمان و روش کاشت، اندازه بوته، رطوبت در دسترس، تابش خورشیدی، الگوی کاشت و حاصلخیزی خاک بستگی دارد (Shirtliffe & Johnston, 2002).

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که به‌لحاظ میزان پروتئین بالا و استفاده در رژیم غذایی حائز اهمیت است (Fageria & Santos, 2008). این گیاه دارای تیپ‌هایی با اندازه، شکل و رنگ متفاوت بذر است که تفاوت‌هایی در عادت رشدی، مقاومت نسبت به بیماری‌ها و ویژگی‌های دیگر دارند (Werner, 2005). ارقام مختلف یک گیاه به واسطه تفاوت‌های ژنتیکی، از نظر دستیابی به پتانسیل تولید، پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند. در مطالعات متعددی به واکنش متفاوت بین ارقام مختلف لوبیای قرمز نسبت به تیمارهای مدیریتی اشاره شده است. به‌عنوان مثال، تفاوت معنی‌دار عملکرد ارقام لوبیای قرمز تحت تأثیر آرایش کاشت و تراکم بوته (Torabi jefroodi *et al*., 2005)، تراکم بوته (Salehi, 2014) نیتروژن و رقابت علف‌های‌هرز (Saberali *et al*., 2012) توسط برخی از محققان گزارش شده است. در لوبیا تعداد غلاف در گیاه، بیشترین همبستگی را با عملکرد داشته و مهم‌ترین جزء عملکرد می‌باشد (Bennt *et al*., 1977). Sharar *et al*. (2001) گزارش کردند که رابطه عملکرد دانه و صفات کمّی مثل ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰۰دانه با تراکم بوته معنی‌دار شد. محققان (Burnside *et al*., 1998) ضمن تأکید بر ارزش اقتصادی لوبیا بیان داشتند که سهم زیادی از نوسانات تولید این محصولِ باارزش به‌دلیل عدم انتخاب تراکم مناسب و رقابت با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌باشد. بر این اساس، به‌نظر می‌رسد که مصرف کود دامی و انتخاب تراکم مناسب از طریق افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها و کاهش حضور علف‌های‌هرز بتواند نقش مؤثری بر بهبود تولید این گیاه ارزشمند از نظر تغذیه‌ای ایفاء نماید. علاوه بر این، با توجه به کمبود ماده آلی در اغلب خاک‌های زیرکشت ایران به‌ویژه در شرایط آب و هوایی مشهد، مصرف کود دامی برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی، زیستی و شیمیایی خاک و رشد گیاه ضروری به‌نظر می‌رسد. از این‌رو، تحقیق حاضر که مبتنی بر دیدگاه‌های کشاورزی پایدار می‌باشد، با هدف بررسی واکنش ارقام لوبیای قرمز تحت تأثیر تراکم و سطوح کود دامی در شرایط آب و هوایی مشهد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری انجام شد (جدول ۱). خصوصیات شیمیایی کود دامی نیز قبل از شروع آزمایش تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil

بافت Texture	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل (ppm) Total N (ppm)	فسفر قابل‌جذب Absorable K (میلی‌گرم بر کیلوگرم) ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل‌جذب Absorable K (میلی‌گرم بر کیلوگرم) ($mg.kg^{-1}$)
لوم- رسی Loam-clay	0.62	7.92	1.00	658	11.5	350

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود دامی

Table 2- Chemical characteristics of cow manure

اسیدیته **pH**	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) **EC (dS.m^{-1})**	نیتروژن **N** (%)	فسفر **P** (%)	پتاسیم **K** (%)
7.46	11.4	0.16	0.386	1.45

فاکتورهای آزمایش شامل سه سطح کود دامی (صفر، ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار)، سه تراکم بوته (۱۳/۱۳، ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) و چهار رقم لوبیای قرمز (اختر، D-81083 ناز و گلی) بودند. تراکم بوته از طریق فاصله روی ردیف در مرحله ۶-۴ برگی و پس از اطمینان از سبزشدن کامل بوته‌ها اعمال گردید. میزان کود دامی بر اساس نیاز گیاه و با درنظرگرفتن نتایج آنالیز خاک تعیین گردید. ارقام مورد استفاده از سازمان تحقیقات اراک تهیه شد.

عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد. سپس، مقادیر کود دامی به خاک اضافه شد. هر کرت شامل چهار ردیف با فاصله ۵۰سانتی‌متر بود. عملیات کاشت دستی در اواخر اردیبهشت ماه انجام شد. وجین علف‌های‌هرز به روش دستی در طول فصل رشد انجام شد. لازم به ذکر است از هیچ‌گونه آفت‌کش و یا علف‌کش شیمیایی استفاده نشد.

پس از مشاهده علائم رسیدگی فیزیولوژیک دانه در اوایل شهریور ماه ضمن قطع آبیاری، بوته‌ها با حذف اثرات حاشیه‌ای از سطح سه مترمربع برداشت شدند. در همین زمان، ۱۰بوته نیز انتخاب و جهت ارزیابی صفاتی همچون ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از خشک‌شدن بوته‌ها در سایه، وزن خشک به‌عنوان عملکرد بیولوژیک ثبت و پس از بوجاری، عملکرد دانه تعیین شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید.

داده‌ها به روش آنالیز واریانس و با نرم‌افزار SAS 9.3 تجزیه شد. میانگین صفات توسط آزمون حداقل اختلاف معنی دار مقایسه گردیدند. ضرایب همبستگی با استفاده از آزمون پیرسون و نرم‌افزار SAS 9.3 محاسبه گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: اثر ساده کود دامی، تراکم و رقم بر ارتفاع بوته لوبیا معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) بود و تنها اثر متقابل کود با رقم بر ارتفاع بوته معنی‌دار گردید. با افزایش کود دامی از صفر تا ۳۰تن در هکتار ارتفاع بوته از ۸۲ به ۹۷سانتی‌متر (۱۷ درصد) افزایش یافت. با افزایش تراکم بوته از طریق فاصله بوته‌ها روی ردیف از ۱۵ به ۵سانتی‌متر روی ردیف، ارتفاع گیاه لوبیا به‌طور معنی داری افزوده (۱۷ درصد) شد. رقم گلی با ۱۲۵ سانتی‌متر بالاترین ارتفاع و اختلاف معنی‌داری با سایر ارقام نشان داد و رقم اختر با ۵۷ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را به خود اختصاص داد. رقم D-81083 در بین ارقام مورد مطالعه با ارتفاع ۶۸سانتی‌متر در رتبه سوم قرار گرفت که حاکی از کوتاه‌قدبودن این رقم می‌باشد. با افزایش تراکم بوته از ۱۳ به ۴۰ بوته در مترمربع در شرایط عدم مصرف کود دامی و مصرف ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار به‌ترتیب ۱۷، ۱۹ و ۱۵ درصد بر ارتفاع بوته افزوده شد. مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و رقم نشان داد که با افزایش کود دامی بر ارتفاع ارقام مورد مطالعه افزوده شد و رقم گلی در بالاترین میزان کود دامی (۳۰ تن در هکتار)، بیشترین ارتفاع بوته (۱۳۲ سانتی‌متر) و رقم اختر در تیمار عدم مصرف کود دامی کمترین ارتفاع (۴۸ سانتی‌متر) را به خود اختصاص دادند. همچنین با افزایش مصرف کود دامی از صفر به ۳۰ تن در هکتار بر ارتفاع بوته ارقام اختر، D-81083، ناز و گلی به‌ترتیب ۳۳، ۲۵، ۱۸ و ۷ درصد افزوده شد (جدول ۳).

چنین به‌نظر می‌رسد که مصرف کود دامی با بهبود قابلیت نگهداری آب در خاک، سرعت رشد گیاه را که متأثر از آماس سلولی می‌باشد (Sarmadnian & Koocheki, 2001)، بهبود بخشیده و موجب افزایش ارتفاع بوته شده است. Salardini (2003) دلیل افزایش رشد گیاهان تحت تأثیر مصرف کود دامی را به افزایش ظرفیت نگهداری آب مربوط دانست. با کاهش فواصل بوته‌ها، تعداد گیاهان در واحد سطح افزایش یافته و با محدودشدن نفوذ نور در داخل جامعه گیاهی، رقابت برای جذب نور تشدید شده و گیاهان ارتفاع خود را افزایش داده‌اند (Xiao *et al.*, 2006)، به‌طوری‌که در تراکم‌های بالا علی‌رغم افزایش تعداد گره، ارتفاع گیاه تحت تأثیر طویل‌ترشدن میانگره‌ها نیز افزایش می‌یابد (Lucas & Milbourn, 1976). Mason & Leihner (1986) با ارزیابی اثر فاصله بوته روی ردیف (فاصله بین ردیف ۹۱ سانتی‌متر) روی گیاه لوبیا چشم بلبلی دریافتند که فاصله بوته بر ارتفاع گیاه در مرحله پرشدن دانه بیشترین اثر را داشته و با کاهش فاصله بوته، ارتفاع گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. اختلاف بین ارقام را می‌توان به اختلافات ژنتیکی آن‌ها ارتباط داد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده سطوح کود دامی و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا

Table 3- Mean comparisons for the simple effects of manure fertilizer level and plant density on yield and yield components of bean cultivars

		ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	وزن دانه در غلاف (گرم) Seed weight per pod (g)	وزن صد دانه (گرم) 100- seed weight (g)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
سطوح کود دامی (تن در هکتار) Manure fertilizer (t ha^{-1})	0	82.25	7.86	4.44	1.25	27.77	36.89
	15	87.44	9.00	4.42	1.38	30.84	37.99
	30	96.56	9.44	4.39	1.42	31.98	40.52
	LSD (P=0.05)*	2.665	0.362	0.246	0.076	0.426	1.218
تراکم بوته (بوته در متر مربع) Plant density (plants.m^{-2})	13	81.94	9.42	4.58	1.39	31.18	39.07
	20	88.64	8.75	4.42	1.35	29.71	38.48
	40	95.67	8.14	4.25	1.31	29.70	37.85
	LSD (P=0.05)	2.665	0.362	0.246	0.076	0.426	1.218
ارقام Cultivars	اختر Akhtar	56.37	6.37	3.63	1.00	27.54	38.84
	D-81083	67.56	6.85	3.70	1.08	29.26	39.66
	ناز Naz	105.89	10.78	5.22	1.71	32.63	38.47
	گلی Goli	125.19	11.07	5.11	1.61	31.37	36.90
	LSD (P=0.05)	3.077	0.418	0.284	0.088	0.492	1.406

* میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند ($p\leq0.05$).

* Means with the same overlap range(s) in each column are not significantly different based on LSD test ($p\leq0.05$).

گزارش شده است که ارتفاع لوبیای قرمز تحت تأثیر نوع رقم قرار می‌گیرد (Salehi, 2014)، به‌طوری‌که رقم D-81083 با ۳۳ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را در بین ارقام به خود اختصاص داد (جدول ۳).

تعداد غلاف در بوته: اثرات ساده و متقابل سطوح کود دامی و تراکم بوته بر تعداد غلاف در بوته ارقام لوبیا معنی‌دار بود (p≤۰/۰۵). با افزایش میزان مصرف کود دامی از صفر تا ۱۵ و ۳۰ تن، تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب افزایش ۱۴ و ۲۰ درصدی نشان داد. با افزایش تراکم بوته در مترمربع، احتمالاً از طریق کاهش تعداد شاخه جانبی تحت تأثیر افزایش رقابت بین بوته‌ها و کاهش فضا، تعداد غلاف در بوته از ۹/۴۲ به ۸/۱۴ شاخه جانبی کاهش نشان داد (۱۶ درصد کاهش). در بین ارقام مورد مطالعه نیز گلی با ۱۱/۰۷ غلاف در بوته بیشترین و اختر با ۶/۳۷ غلاف در بوته کمترین مقادیر این صفت را دارا بودند. با افزایش میزان مصرف کود بر تعداد غلاف در بوته افزوده شد؛ درحالی‌که افزایش تراکم، کاهش تعداد غلاف در بوته را موجب گردید. بیشترین و کمترین تعداد غلاف بوته به‌ترتیب برای ۲۰بوته در مترمربع+۳۰ تن کود دامی در هکتار (۹/۸۳ غلاف در بوته) و ۴۰ بوته در مترمربع+عدم مصرف کود دامی در هکتار (۷/۲۵ غلاف در بوته) مشاهده شد. با افزایش تراکم از ۱۳ به ۴۰ بوته در مترمربع در شرایط عدم مصرف کود دامی و مصرف ۱۵ و ۳۰ تن کود دامی در هکتار به‌ترتیب ۱۶، ۱۶ و ۹ درصد از تعداد غلاف در بوته کاسته شد. نتایج اثر متقابل کود دامی و رقم بر شاخص تعداد غلاف در بوته متفاوت بود. اگرچه بین ارقام گلی و ناز در سطوح ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی برای ارقام اختر و D-81083 با افزایش کود، روند افزایشی برای این شاخص مشاهده شد. با افزایش مصرف کود دامی از صفر تا ۳۰ تن در هکتار افزایش تعداد غلاف در بوته ارقام اختر، D-81083، ناز و گلی به‌ترتیب برابر با ۵۰، ۴۱، ۱۳ و ۲ درصد تعیین گردید (جدول ۳). بدین ترتیب، به‌نظر می‌رسد که مصرف کود در ارقام کوتاه‌تر (اختر و D-81083) نسبت به ارقام بلندتر (گلی و ناز) تأثیر بیشتری بر شاخص تعداد غلاف در بوته داشته است. کاربرد کود دامی از طریق افزایش محتوای رطوبتی و فراهمی عناصر غذایی به‌ویژه فسفر خاک که نقش مهمی در گلدهی دارد، موجب بهبود رشد و افزایش تعداد غلاف در بوته شده است. Salardini (2003) خاطرنشان ساخت که پوسیدن کود دامی در خاک مقدار زیادی اسیدهای آلی همچون اسید کربنیک و سیتریک آزاد می‌کند که قادرند فسفر موجود در ساختمان کانی‌های خاک را آزاد کرده و در اختیار گیاه قرار دهد. کود دامی سبب افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید شده و از این طریق بر فراهمی و جذب فسفر توسط ریشه گیاه اثر می‌گذارد (Fageria, 2009). تعداد غلاف در گیاه از جمله حساس‌ترین جزء از اجزاء عملکرد می‌باشد که تحت تأثیر شرایط محیطی از قبیل رطوبت، گرما و تراکم قرار می‌گیرد؛ به‌طوری‌که در تراکم‌های بوته بالاتر، کاهش نفوذ نور به قسمت های پایینی گیاه باعث کاهش تشکیل غلاف و نیز ریزش گل‌ها و غلاف‌های قسمت‌های پایینی تاج‌پوشش گیاهی شد. البته ریزش گل‌ها و غلاف‌های قسمت پایینی گیاه در تراکم‌های بالا از تراکم‌های پایین زیادتر بود. نتایج Salehi (2014) همسو با نتایج این مطالعه بود؛ به‌طوری‌که با افزایش تراکم لوبیای قرمز، تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر ریزش گل‌ها و غلاف‌های بخش‌های پایینی بوته کاهش داشت. Graft & Rowland (1987) گزارش نمودند که از بین اجزای عملکرد لوبیا، تعداد دانه در غلاف ارتباط قوی‌تری با تراکم گیاهی دارد. Tawaha *et al*, (2006) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته نخود، تعداد غلاف در بوته به‌دلیل افزایش رقابت برای دریافت تشعشع و مواد غذایی و کاهش تعداد گل‌های بارور در بوته، کاهش یافت و از طرفی با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، فضا و عناصر غذایی برای هر بوته کاهش می‌یابد. بنابراین، گیاه رشد کافی نداشته و تعداد شاخه‌های جانبی کم شده و در نتیجه تعداد غلاف در بوته نیز کاهش یافته است. Salehi *et al*. (2008) بر این باورند که تعداد غلاف در لوبیا یکی از حساس‌ترین عوامل نسبت به رقم بوده و تحت تأثیر آن ممکن است تا بیش از چهاربرابر تغییر نماید. بدین ترتیب، از آن‌جا که اولین جزء عملکرد که در اوایل مرحله زایشی تشکیل می‌شود، تعداد غلاف در گیاه است که عمدتاً بیشترین واکنش را نسبت به بروز هر گونه تنش محیطی و مدیریت زراعی نشان می‌دهد (Salehi, 2014) پیشنهاد می‌شود با انتخاب تراکم مناسب برای ارقام مختلف جهت کاشت موجب حصول بالاترین عملکرد گردید.

تعداد دانه در غلاف: این صفت، کمتر تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت و تنها اثر ساده تراکم و رقم بر آن معنی‌دار (p≤۰/۰۵) بود. با افزایش مصرف کود دامی، تعداد غلاف در بوته ۱۴درصد نسبت به شاهد (غلاف در بوته) افزایش یافت. با افزایش تراکم بوته از ۱۳ به ۴۰ بوته در مترمربع تعداد دانه در غلاف لوبیای قرمز ۷درصد کاسته شد. بیشترین و کمترین دانه در غلاف به‌ترتیب برای ناز (۳/۶۳ دانه در غلاف) و اختر (۵/۱۱ دانه در غلاف) مشاهده شد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که مصرف کود دامی از طریق افزایش دسترسی به عناصر غذایی تحت تأثیر بهبود و توسعه سیستم ریشه‌ای که متأثر از بهبود شرایط خاک

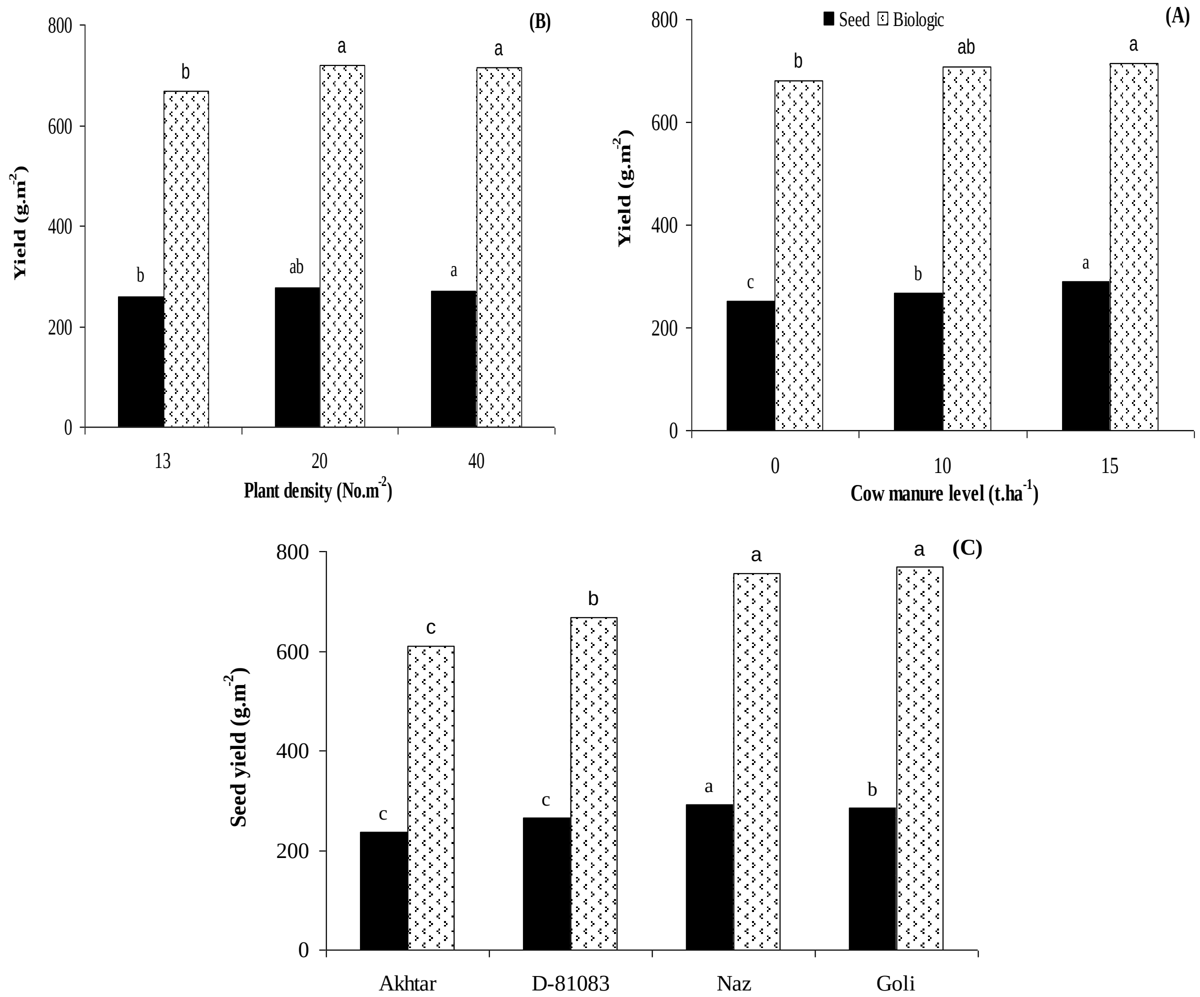
در منطقه ریزوسفر می‌باشد، افزایش دانه در غلاف را به‌دنبال داشته است. Mandal *et al.* (2007) اظهار نمودند که مصرف کودهای شیمیایی به‌دلیل کاهش کیفیت بیولوژیکی خاک، کارکردهای آن را کاهش داده و از طریق افت پویایی خاک، آن را به بستری غیرزنده تبدیل می‌کند. بر این اساس، آن‌ها مصرف کودهای آلی را به‌عنوان نهاده‌ای آلی جهت بهبود خصوصیات خاک و تولید باثبات پیشنهاد نمودند. در نتایج Torabi (2005) Jefroodi *et al.* فاصله بوته روی ردیف لوبیای قرمز بر شاخص تعداد دانه در غلاف تأثیر معنی‌داری داشت و همچنین رقم ناز با ۳/۱۷ دانه در غلاف بیشترین مقدار را نسبت به رقم درخشان (۲/۸۷) به‌خود اختصاص داد. نتایج مطالعه Horbert & Baggerman (1983) نیز نشان داد که با افزایش تراکم بوته از ۹ به ۱۴ بوته در مترمربع تعداد دانه در غلاف از ۶/۴ به ۴/۷ کاهش پیدا کرد. هرچند که نتایج نشان داده است که تراکم تأثیر معنی‌داری بر این شاخص ندارد و و بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ می‌باشد (Frade & Valenciano, 2005). در حبوبات تعداد دانه در غلاف باثبات‌ترین جزء عملکرد است، زیرا تعداد سلول‌های تخم در تخمدان‌ها برابر است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. بنابراین، اثر آن در نوسانات عملکرد به مراتب کمتر از سایر اجزای عملکرد است (Koocheki & Banayan Aval, 1994). Tamari (2011) خاطرنشان ساخت که تعداد دانه در غلاف عمدتاً توسط ژنتیک گیاه کنترل می‌شود. از طرفی Tawaha *et al*, (2006) دریافتند که با افزایش تراکم نخود، به‌دلیل افزایش رقابت، تعداد دانه در غلاف کاهش یافت. در تراکم‌های پایین، با افزایش فتوسنتز و با فراهم‌شدن مواد فتوسنتزی، غلاف‌ها از پتانسیل تولید دانه بیشتری برخوردار می‌شوند و از طرفی به‌دلیل تشکیل غلاف‌ها در ارتفاع پایین‌تر، تنش‌های محیطی تأثیر کمتری روی تعداد دانه در غلاف خواهد داشت (Yeilagh Cheghakhor *et al.*, 2010).

وزن دانه در غلاف: اثر ساده کود دامی و رقم و اثر متقابل تراکم و رقم بر شاخص وزن دانه لوبیاقرمز در غلاف معنی‌دار ($p\leq۰/۰۱$) بود. با افزایش میزان مصرف کود دامی روند افزایشی برای وزن دانه در غلاف مشاهده شد. بدین صورت که با افزایش کود دامی به ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار، وزن دانه در غلاف از ۱/۲۵ به ۱/۳۸ و ۱/۴۲ گرم (۱۴درصد) افزایش یافت. بالاترین وزن دانه در غلاف به رقم ناز (۱/۷۱ گرم) اختصاص داشت و کمترین میزان برای اختر (۱/۰۰ گرم) به‌دست آمد. اگرچه وزن دانه در غلاف به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت، ولی با افزایش تراکم بوته، وزن دانه در غلاف روند کاهشی (۶ درصد) نشان داد. با افزایش تراکم بوته از ۱۳ به ۴۰ بوته در مترمربع در سطوح عدم مصرف و مصرف ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی در هکتار، وزن دانه در غلاف به‌ترتیب ۸، ۱ و ۷ درصد کاهش یافت. بیشترین و کمترین وزن دانه در غلاف به‌ترتیب برای رقم ناز+۱۵ تن کود دامی (۱/۸۲ گرم در غلاف) و اختر بدون مصرف کود دامی (۰/۹۲ گرم در غلاف) به‌دست آمد. با افزایش میزان مصرف کود دامی از صفر تا ۱۵ تن در هکتار، وزن دانه در غلاف ارقام اختر، D-81083، ناز و گلی به‌ترتیب ۱۳، ۱۵، ۱۷ و ۱۲ درصد افزایش یافت (جدول ۳). با کاهش فاصله بوته یا افزایش تراکم، روند متفاوتی بسته به نوع رقم از افزایش و سپس کاهش و بر عکس دیده شد؛ به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقادیر وزن دانه به‌ترتیب برای ناز+تراکم ۱۳ بوته در مترمربع با ۱/۸۹ گرم در غلاف و اختر+ تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با ۰/۹ گرم در غلاف به‌دست آمد. همچنین با افزایش تراکم بوته از ۱۳ به ۴۰ بوته در مترمربع، وزن دانه در ارقام گلی، اختر و ناز به‌ترتیب ۴، ۱۲ و ۱۴ درصد کاهش یافت؛ درحالی‌که برای رقم D-81083 ۱۵ درصد افزایش حاصل گردید. به‌نظر می‌رسد که با افزایش کود دامی به‌دلیل بهبود فراهمی عناصر غذایی، رشد بوته‌ها افزایش یافته که این امر علاوه بر افزایش ارتفاع بوته، غلاف در بوته و دانه در غلاف، بهبود وزن دانه در غلاف را به دنبال داشته است. Coelho & Dale (1980) بیان نمودند که تغذیه مناسب و کاربرد مقادیر مطلوب حاصلخیزکننده‌های آلی عامل مهمی در بهبود رشد گیاه محسوب می‌شود. با افزایش فاصله بوته، هر بوته از منابع در دسترس و نور خورشید بیشتری بهره‌برداری می‌کند و همچنین با بیشتربودن نهاده در اختیار هر بوته، مواد بیشتری به مخزن می‌رسد که در نهایت، افزایش وزن دانه را موجب می گردد. Mcvetty (1986) اظهار داشت که وزن دانه لوبیا به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم گیاهی قرار گرفته و حداکثر آن در تیمار ۲۳ گیاه در مترمربع و حداقل در تیمار ۵۸ گیاه در مترمربع مشاهده شد. در همین راستا، Zaffaroni & Schneiter (1991) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته آفتابگردان، به‌علت کاهش وزن تک بوته، تعداد دانه در طبق به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش فاصله بوته روی ردیف و فاصله ردیف، بر وزن دانه در بوته لوبیاقرمز افزوده شد (Torabi jefroodi *et al.*, 2005).

وزن ۱۰۰دانه: تنها اثرات ساده کود دامی، تراکم بوته و رقم بر وزن ۱۰۰دانه لوبیاقرمز معنی‌دار ($p\leq۰/۰۱$) بود و هیچ‌یک از اثرات متقابل معنی‌دار نشد. با افزایش مصرف کود دامی از صفر تا ۱۵ تن در هکتار بر وزن ۱۰۰دانه ۱۵ درصد افزوده شد.

افزایش تراکم بوته از ۱۳ به ۴۰ بوته در مترمربع موجب کاهش ۵درصدی وزن ۱۰۰۰دانه گردید. بالاترین وزن ۱۰۰دانه در بین ارقام لوبیاقرمز برای رقم ناز (۳۲/۶۳ گرم) به‌دست آمد و کمترین میزان مربوط به رقم اختر (۲۷/۵۴ گرم) بود. میزان کاهش وزن ۱۰۰دانه ارقام D-81083 و گلی در مقایسه با رقم ناز به‌ترتیب برابر با ۱۲ و ۴ درصد محاسبه گردید (جدول ۳). Parvizi & Nabati (2004) گزارش کردند که با افزایش مصرف کود دامی بدلیل بهبود شرایط تغذیه‌ای وزن ۱۰۰۰دانه ذرت افزایش یافت. از طرفی Bilsbroow & Evans (1993) اظهار داشتند که کود نیتروژنه تأثیری بر وزن دانه در کلزا نداشت. به‌نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بوته، وزن ۱۰۰دانه به‌علت عدم کفایت مواد فتوسنتزی در دوره پُرشدن دانه تحت تأثیر افزایش رقابت درون‌گونه‌ای کاهش یافته است (Tawaha *et al*., 2005). برخی دیگر از محققان گزارش نمودند که با کاهش تراکم، رقابت بین بوته‌ها کاهش یافته و در نتیجه استفاده هر غلاف از مواد غذایی بیشتر می‌شود و از آن‌جا که تعداد دانه در هر غلاف تغییر نمی‌کند، اثر خود را با افزایش وزن هر دانه نشان می‌دهد (Torabi jefroodi *et al*., 2005). در تضاد با این نتایج، گزارش شده است که فاصله ردیف و تراکم بوته در شاخص وزن ۱۰۰دانه نخود غیرمعنی‌دار بوده و عنوان شده است که این شاخص عموماً تحت تأثیر فاکتورهای ژنتیکی قرار دارد (Frade & Valenciano, 2005). همچنین Shirtliffe & Johnston (2002) گزارش کردند که تغییر تراکم لوبیا تأثیری در وزن ۱۰۰دانه نداشت. به‌طور کلی، به‌نظر می‌رسد که هر رقم به‌دلیل وجود تفاوت‌های ژنتیکی در تراکم مشخصی حداکثر وزن ۱۰۰دانه خود را خواهد داشت.

عملکرد بیولوژیک: اثر ساده سطوح کود دامی، تراکم بوته و رقم و اثر متقابل تراکم در رقم بر عملکرد بیولوژیک لوبیاقرمز معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود. با افزایش مصرف کود دامی تا ۳۰ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک ۵درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت، اما بین سطوح ۱۵ و ۳۰تن کود دامی در هکتار، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بررسی نتایج این شاخص تحت تأثیر فاصله بوته روی ردیف حاکی از آن است که تراکم ۲۰بوته در مترمربع بیشترین عملکرد بیولوژیک را تولید نمود؛ البته با تراکم۴۰بوته در مترمربع اختلاف آماری ملاحظه نگردید. بدین صورت که با افزایش تراکم از ۱۳بوته در مترمربع تا سطح مطلوب ۲۰بوته در مترمربع عملکرد بیولوژیک ۷درصد افزایش یافت و پس از آن افزایش بیشتر تراکم بوته تا سطح ۴۰ بوته در مترمربع موجب کاهش یک درصدی عملکرد بیولوژیک شد. بالاترین و پایین‌ترین عملکرد بیولوژیک در بین ارقام مورد مطالعه به‌ترتیب به گلی (۷۶۹/۵۰ گرم در مترمربع) و اختر (۶۱۰/۰۹ گرم در مترمربع) اختصاص داشت. میزان افزایش عملکرد بیولوژیک ارقام D-81083 و ناز در مقایسه با اختر به‌ترتیب برابر با ۱۰ و ۲۴ درصد بود. بالاترین عملکرد بیولوژیک برای تیمار ۳۰ تن کود دامی+تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (۷۳۶/۹۱ گرم در مترمربع) به‌دست آمد و کمترین میزان به تیمار عدم مصرف کود دامی+تراکم ۱۳ بوته در مترمربع (۶۴۸/۲۳ گرم در مترمربع) اختصاص داشت. میزان افزایش عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر افزایش تراکم بوته از ۱۳ به ۴۰ بوته در مترمربع در شرایط عدم مصرف و مصرف ۱۵ و ۳۰ تن کود دامی به‌ترتیب معادل با ۸، ۶ و ۸ درصد تعیین گردید. بالاترین و پایین‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب برای رقم گلی+مصرف ۳۰ تن کود دامی (۷۸۴/۶۵ گرم در مترمربع) و رقم اختر (۵۹۶/۵۸ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. میزان افزایش عملکرد بیولوژیک رقم اختر در شرایط مصرف ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با عدم مصرف به‌ترتیب برابر با ۳ و ۴ درصد تعیین گردید. میزان این افزایش برای رقم D-81083 به‌ترتیب برابر با ۴ و ۵ درصد، برای رقم ناز به‌ترتیب برابر با ۴ و ۶ درصد و برای رقم گلی به‌ترتیب برابر با ۴ و ۵ درصد در مقایسه با شاهد تعیین گردید. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته و رقم نیز نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک برای تراکم ۲۰ بوته در مترمربع+رقم گلی (۷۸۱/۵۰ گرم در مترمربع) به‌دست آمد و کمترین میزان به تراکم ۱۳ بوته در مترمربع+رقم اختر (۵۵۹/۹۵ گرم در مترمربع) اختصاص داشت. میزان افزایش عملکرد بیولوژیک رقم اختر با افزایش تراکم بوته تا ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع در مقایسه با کمترین تراکم به‌ترتیب برابر با ۱۴ و ۱۳ درصد تعیین گردید. میزان این افزایش برای رقم D-81083 به‌ترتیب برابر با ۱۱ و ۱۰ درصد، برای رقم ناز به‌ترتیب برابر با ۵ و ۴ درصد و برای رقم گلی به‌ترتیب برابر با ۴ و ۴ درصد محاسبه شد. به این ترتیب، ارقام گلی و ناز بالاترین مقادیر را در تراکم های ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع از خود نشان دادند، ولی اختلاف معنی‌دار در این دو فواصل دیده نشد، هرچند که بالاترین مقادیر در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر (الف) کود دامی، (ب) تراکم بوته و (ج) رقم بر عملکرد بیولوژیک و دانه لوبیا

Fig. 1. Mean comparisons for effects of (A) cow manure, (B) plant density and (C) cultivar on biological and seed yield of bean

نتایج برخی مطالعات (Senesi, 1989) نیز تأیید نمود که مصرف کودهای آلی علاوه بر کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و حفظ تنوع زیستی خاک، به‌دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی نقش مثبتی بر بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد گیاهان دارد. بر این اساس، به‌نظر می‌رسد مصرف کود دامی با افزایش ظرفیت بافری عناصر غذایی و کاهش اسیدیته خاک و بهبود فراهمی عناصر غذایی موجب افزایش رشد و به تبع آن عملکرد شده است (Havlin *et al*., 1999). گزارش شده است که مصرف ۳۰ تن ماده آلی در هکتار (لجن فاضلاب شهری، کمپوست زباله شهری و کود دامی) عملکرد بیولوژیک گندم را نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داد، البته بین سطوح ۳۰ و ۶۰ تن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است (Ahmadinezhad *et al*., 2013). Yolcu *et al*, (2010) به این نتیجه رسیدند که مصرف کود گاوی موجب افزایش عملکرد علوفه جو و ماشک شد. نتایج مطالعات Parsons *et al*. (2009) و Achieng *et al*. (2010) نیز نشان داد که با افزایش مصرف کود دامی عملکرد ذرت افزایش یافت. افزایش در کل ماده خشک تولیدی تحت تأثیر کاهش فاصله ردیف و بوته‌ها عمدتاً می‌تواند مربوط به افزایش تعداد بوته در واحد سطح و افزایش ماده خشک در واحد سطح باشد (Torabi jefroodi *et al*., 2005). نتایج Torabi Jefroodi *et al*. (2005) مؤید آن بود که رقم ناز بالاترین مقدار عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد. اگرچه Malik *et al*, (1993) با بررسی اثر فاصله ردیف در شرایط آب و هوایی اونتاریوی کانادا اظهار داشتند که کاشت لوبیاسفید در ردیف‌های با فاصله ۹۰-۷۰ سانتی‌متر علاوه بر بهبود عملکرد بیولوژیک موجب امکان‌پذیرشدن عملیات وجین مکانیکی و

برداشت می‌شود، ولی Teasdale & Frank (1993) خاطرنشان ساختند که کاشت لوبیا سفید با فواصل ردیف کمتر (۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر) می‌تواند از طریق سایه‌اندازی بهتر پوشش گیاهی بر سطح خاک موجب رقابت بهتر با علف‌های‌هرز و بهبود عملکرد گردد. Ayaz *et al*. (2001) اظهار داشتند در گونه‌هایی با دوره رشد بیشتر، به‌دلیل فرصت بیشتر برای دریافت نور، ماده خشک بیشتری تولید می‌شود.

عملکرد دانه: اثر ساده کود دامی، تراکم، رقم و اثر متقابل تراکم با رقم بر عملکرد دانه لوبیاقرمز معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) بود. بدین صورت که با افزایش سطح کود دامی از ۰ تا ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار، عملکرد دانه به‌ترتیب با ۲۵۰/۸۶، ۲۶۷/۶۷ (۷ درصد افزایش نسبت به شاهد) و ۲۸۹/۱۵ گرم در مترمربع (۱۵ درصد افزایش نسبت به شاهد) افزایش نشان داد. با افزایش تراکم بوته از ۱۳ به ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع روند افزایشی برای عملکرد مشاهده گردید. بالاترین عملکرد دانه مربوط به رقم ناز (۲۹۱/۰۴ گرم بر مترمربع) بود و کمترین میزان به رقم اختر (۲۳۶/۶۳ گرم بر مترمربع) اختصاص داشت. میزان افزایش عملکرد دانه در ارقام D-81083 و گلی در مقایسه با رقم اختر به‌ترتیب برابر با ۱۲ و ۲۰ درصد محاسبه گردید. افزایش عملکرد دانه در شرایط افزایش مصرف کود دامی در سطوح مختلف تراکم برابر با ۴درصد تعیین گردید. بالاترین عملکرد دانه ارقام لوبیای قرمز در شرایط سطوح مصرف کود دامی به‌ترتیب برای گلی+مصرف ۳۰ تن کود دامی (۳۰۵/۵۹ گرم در مترمربع) و اختر+ بدون مصرف کود دامی (۲۲۰/۳۳ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. میزان افزایش عملکرد ارقام اختر، D-81083، ناز و گلی در شرایط عدم مصرف کود دامی و مصرف ۱۵ و ۳۰ تن کود دامی در هکتار به‌ترتیب برابر با ۱۵، ۱۵، ۱۵ و ۱۶ درصد محاسبه گردید (شکل ۱). افزودن کود دامی به خاک از طریق افزایش پایداری خاکدانه‌ها، افزایش نفوذپذیری آب در خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش مقاومت خاک در مقابل نفوذ ریشه و بهبود تهویه، در نهایت، رشد گیاه و جذب عناصر غذایی را افزایش داده است (Carter, 2002). اکثر تحقیقات، بهبود مواد آلی و فعالیت‌های بیولوژیکی خاک در اثر مصرف کود دامی را گزارش کرده‌اند. Aggarwal *et al*, (1997) اظهار داشتند که کاربرد کود دامی باعث افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیمی خاک می‌شود. Peacock *et al*, (2001) نیز دریافتند که با افزایش کربن آلی خاک، بیوماس میکروبی خاک هم به همان شدت بهبود می‌یابد. Rezaenejad & Afyuni (2000) اظهار داشتند که مصرف کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک گردیدند و قابلیت جذب روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش داد. Rezaenejad & Afyuni (2001) در مطالعه‌ای دیگر اظهار داشتند که مصرف کودهای آلی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک موجب بهبود عملکرد گیاه ذرت گردید. افزایش عملکرد دانه به موازات افزایش تراکم بوته، به‌واسطه استقرار بوته بیشتر و افزایش تعداد غلاف‌های تولیدی در واحد سطح می‌باشد (Yeilagh Cheghakhor *et al*., 2010). همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد، در این آزمایش با افزایش تراکم، از تعداد غلاف در بوته کاسته شده است، پس چنین دلیلی نمی‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه شده باشد. از طرفی عنوان شده است که علی‌رغم کاهش تعداد غلاف در بوته، افزایش تعداد غلاف در هکتار به‌واسطه افزایش تعداد بوته در هکتار، موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود (Salehi, 2014). از طرف دیگر، نتایج بررسی Torabi Jefroodi *et al*, (2005) حاکی از آن بود که با کاهش فاصله بوته لوبیای قرمز، عملکرد دانه در هکتار افزایش یافته است. آن‌ها این گونه عنوان داشتند که با کاهش فاصله بوته و در نتیجه افزایش تراکم، شاخص سطح برگ کافی برای دریافت نور در طی مرحله پُرشدن دانه فراهم شده و در نتیجه کارآیی مصرف انرژی خورشیدی افزایش می‌یابد و این مسئله سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود. Nienhuis (1985) نیز دریافتند که منحنی‌های عملکرد در تیپ‌های رشدمحدود نسبت به تراکم روند خاصی نشان نداد، درحالی‌که در تیپ‌های رشد نامحدود به‌ترتیب در تراکم‌های ۳۰ و ۲۳ بوته در مترمربع حداکثر بود. نتایج محققان دیگر در گیاه آفتابگردان حاکی از آن است که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه افزایش یافت، به‌طوری‌که در تراکم‌های پایین، تولید ماده خشک و جذب تشعشعات خورشیدی کمتر است و مواد فتوسنتزی کمتری در اختیار مخزن گیاه قرار گرفته و عملکرد دانه کاهش پیدا می‌کند (Ferreira & Abrue, 2001). تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام مختلف علاوه بر ایجاد تفاوت در اجزای عملکرد موجب تفاوت در عملکرد دانه این ارقام شد. نتایج سایر مطالعات نیز نشان داده است که تفاوت ژنتیکی بین لاین‌های مختلف لوبیا باعث تفاوت در وزن ۱۰۰دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و در نهایت، عملکرد دانه شد (Broughton *et al*., 2003; Fageria & Santos, 2008). بر این اساس، به‌نظر می‌رسد که لوبیاقرمز رقم ناز احتمالاً ظرفیت تولید بیشتری تحت تأثیر سطوح کود دامی و تراکم نسبت به دیگر ارقام مورد مطالعه در شرایط مشابه آزمایش حاضر دارد. در نتایج Torabi Jefroodi *et al*, (2005) رقم ناز نسبت به دیگر مورد آزمایش (رقم درخشان) بالاترین مقدار عملکرد دانه را از خود نشان داد. نتایج Salehi (2014) نشان داد که لاین‌های $ARS\text{-}R_{93003}$ و BRB_{188} عملکرد بیشتر و معنی‌داری نسبت به لاین D-81083 نشان دادند. در

تـراکم‌هـای بـالاتر رقابـت بـین بوتـه رخ داده و کـاهش عملکـرد مشاهده می‌شود و از طرفی در تراکم‌های پـایین‌تـر نیـز بـه‌دلیـل تعداد کمتر بوته باز هم عملکردهای کمتر اتفاق می‌افتد. از این‌رو، تراکم متوسط (فاصله ۱۰ سانتی‌متـر بوتـه روی ردیـف) بهتـرین تراکم می‌باشد که به‌واسطه وجـود تعـداد مناسـب بوتـه و رقابـت کمتر بین بوته‌ها، بالاترین عملکرد مشاهده می‌شـود. تفـاوت‌هـای ژنتیکی بین لاین‌ها باعث تفاوت در وزن ۱۰۰دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانـه در غـلاف و در نهایـت، عملکـرد دانـه مـی‌شـود (Broughton *et al*., 2003).

شاخص برداشت: تنها اثـر سـاده کـود دامـی و رقـم بـر شـاخص برداشت لوبیاقرمز معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود. با افزایش سـطح کـود دامی از صفر تا ۳۰ تن در هکتار، شاخص برداشـت نیـز از ۳۶/۸۹ به ۴۰/۵۲ درصد افزایش یافت. بدین‌معنی‌که با افزایش کود دامی سهم تخصیص به بذر بـه‌عنـوان عملکـرد اقتصـادی از کـل مـاده خشک تولیدی افزوده می‌شود؛ هرچند که بین سطح صـفر و ۱۵ تن در هکتار کود دامی، اختلاف معنی‌داری نبود. رقم D-81083 بالاترین مقدار (۳۹/۶۶ درصد) را به خود اختصاص داد. با مقایسه ارقـام مختلـف مشـخص مـی‌شـود کـه ارقـام کوتـاه‌تـر (اختـر و D-81083) نسـبت بـه ارقـام بلنـدتر (نـاز و گلـی) از شـاخص برداشت بیشتری برخوردار هستند (جدول ۳). شـاخص برداشـت بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های رویشـی و دانـه گیاه می‌باشد و تغییرات آن وابستگی زیادی به تغییـرات عملکـرد دانه دارد. بر اساس فرمول شاخص برداشت، هر عاملی کـه باعـث شود عملکرد دانه بیشتر از وزن خشک کل تحت تأثیر قرار گیـرد، باعـث تغییـر شـاخص برداشـت مـی‌شـود (Majidian *et al*., 2008). نتایج دیگر هم حاکی از آن است که کـود شـیمیایی اوره در دو سطح ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، بر شاخص برداشـت گندم اثر معنی‌داری نداشته است، اما تحت تیمارهـای کـود آلـی (۳۰ تن کمپوست زباله شـهری و ۶۰ تـن کـود دامـی) شـاخص برداشـــت نســـبت بـــه شـــاهد افـــزایش نشـــان داده اســـت (Ahmadinezhad *et al*., 2013). افـزایش معنـی‌دار شـاخص برداشت در سطوح بالاتر کود دامی (۳۰ تـن در هکتـار) و تفـاوت آن بین ارقام مختلف لوبیا نشان‌دهنده این است که این تیمارهـا، عملکـرد دانـه را بیشـتر از عملکـرد بیولوژیـک افـزایش داده‌انـد. به‌دلیل کوتاه‌تربودن و به تبع شاخ و برگ کمتر، سـهم تخصـیص منابع به دانه‌ها به‌عنوان اندام زایشـی افـزایش مـی‌یابـد. محققـان دیگر هم به کمتربودن مقدار شـاخص برداشـت در ارقـام بلنـدتر گندم اشاره داشتند (Nourmand *et al*., 2001). علاوه بر ایـن، یکی از علل کاهش شاخص برداشت ارقام مختلف احتمالاً مربـوط به کمتربودن تعداد دانه در غلاف است. برخی بررسی‌هـا (Osler & Cartter, 1954; Mariorana *et al*., 1990) نشـان داده است که این صفت کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد و عمدتاً صفتی وابسته به ژنتیک می‌باشد که با افزایش یا کـاهش عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی نیز افـزایش یـا کـاهش مـی یابد.

ضرایب همبستگی بین صفات: بیشترین همبسـتگی متعلـق بـه عملکرد بیولوژیک با ارتفاع بوته (R^2=۰/۸۵**) بود. بر این اساس، چنین استنباط می‌شود که هرچه ارتفـاع گیـاه افـزایش یابـد، بـر تعداد برگ و سطح برگ گیاه افزوده می‌شود و به‌واسطه فتوسـنتز بیشتر و تجمع ماده خشک بیشتر، بر عملکـرد بیولوژیـک افـزوده می‌شود. همچنین بین عملکرد بیولوژیـک و عملکـرد دانـه رابطـه مثبت و معنی‌دار بـالایی مشـاهده شـد (R^2=۰/۷۶**). از طرفـی، شاخص کمّی مورد مطالعه، ارتفـاع بوتـه همبسـتگی مثبتـی بـا عملکرد دانه داشت (R^2=۰/۶۲**) که نشان‌دهنـده اهمیـت ایـن شاخص در تعیین عملکرد نهایی است (جدول ۴). بدین معنی که ارتفاع بوته با تأثیر بر عملکرد بیولوژیـک (افـزایش تعـداد بـرگ و سطح برگ) می‌تواند بر عملکـرد دانـه نیـز مـؤثر باشـد. مشـاهده می‌شود که با افزایش ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانـه در غلاف و وزن دانه افزایش می‌یابد، از این‌رو، عملکرد دانه نیز بـه تبع آن افزایش نشان می‌دهد. در نتایج Ahmadinezhad *et al*, (2013) ارتفاع بوته گندم همبستگی بالایی با تمام صـفات مـورد بررسی نشـان داد. بیشـترین همبسـتگی وزن دانـه در غـلاف بـا شاخص تعداد دانه در غلاف به‌دست آمد (r=۰/۸۵**) (جدول ۴). بدین معنی‌که هرچه بر تعداد دانه در غلاف افزوده شـود، افـزایش وزن دانه حاصل خواهد شد. عملکرد دانه بـا ارتفـاع بوتـه، تعـداد غلاف در بوته، تعـداد دانـه در غـلاف، وزن دانـه در غـلاف و وزن ۱۰۰دانـه همبسـتگی مثبـت و معنـی‌داری (p≤۰/۰۱) داشـت؛ به‌طـوری‌کـه بـالاترین ضـریب همبسـتگی بـرای وزن ۱۰۰دانـه (R^2=۰/۷۲۳**) به‌دست آمد (جدول ۴). ایـن امـر نشـان‌دهنـده ارتباط بـین کـارآیی فتوسـنتز و پتانسـیل رقـم در ذخیـره مـواد فتوسنتزی و عملکرد می‌باشد. بدین‌ترتیب، ارقامی دارای عملکـرد دانه بالاتری هستند که مواد فتوسنتزی بیشتری را در انـدام‌هـای خود تجمع دهند. Mirzayee Nodoushan (1988) نیـز سـهم وزن دانه را در تولید ارقام پرمحصول، بالا گزارش نمود. نتایج ایـن مطالعه مؤید همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانـه در غـلاف و تعـداد غـلاف در بوتـه مـی‌باشـد (جـدول ۴). Mirzayee Nodoushan (1988) این صفات را به‌عنـوان معیارهـای عمـده انتخاب رقم جهت بهبود عملکرد دانه معرفی نمود.

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه

Table 4- Correlation coefficients between yield and yield components of bean affected by treatments

	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	وزن دانه در غلاف Seed weight per pod	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
ارتفاع بوته Plant height	1							
تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	0.818 **	1						
تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	0.719 **	0.771 **	1					
وزن دانه در غلاف Seed weight per pod	0.774 **	0.827**	0.853**	1				
وزن صد دانه 100-seed weight	0.614 **	0.730**	0.542**	0.763 **	1			
عملکرد دانه Grain yield	0.622 **	0.570**	0.411**	0.652 **	0.723 **	1		
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.852 **	0.710**	0.621**	0.757 **	0.623 **	0.765 **	1	
شاخص برداشت Harvest index	-0.202 *	-0.088ns	-0.207 *	-0.034 ns	0.263 **	0.479 **	-0.194 *	1

*، **و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

*, ** and ns: significant at the 0.05 and 0.01 level of probability and no significant, respectively.

همبستگی مثبت بین عملکرد دانه با تعداد گره در مترمربع و تعداد شاخه فرعی در گیاه نیز توسط Nienhuis & Singh (1985) گزارش شده است. Ramirez & Serrano Covarrubias (1994) بیان نمودند که مهم‌ترین متغیرهای دارای ارتباط مستقیم با عملکرد دانه لوبیا شامل تعداد غلاف، طول شاخه و تعداد روز تا زمان گلدهی هستند. Dimova & Svetleva (1993) با بررسی اجزای عملکرد دانه لوبیا نشان دادند که تعداد غلاف در بوته به‌طور مستقیم بیشترین تأثیر را بر وزن دانه در گیاه و به‌طور غیرمستقیم از طریق تعداد شاخه های بارور، میانگین طول غلاف و تعداد دانه در بوته دارد. Ishag (1973) گزارش کرد که بین تعداد غلاف در گیاه و تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی (R^2=-۰/۵۷) وجود دارد. عملکرد دانه با شاخص برداشت نیز دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) می‌باشد (جدول ۴). این رابطه را می‌توان چنین توجیه نمود که به‌طور کلی عملکرد دانه از طریق افزایش در تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته افزایش یافته که در نهایت، شاخص برداشت بالا را به وجود آورده است. لذا وجود تعداد شاخه‌های فرعی زیاد و تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته نقش مهمی در افزایش عملکرد دانه داشته است. Farahmand Rad (1997) همبستگی بین عملکرد با صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته را بسیار معنی‌دار گزارش نموده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا به‌طورمعنی‌داری تحت تأثیر سطوح کود دامی و تراکم بوته قرار گرفت؛ به‌طوری‌که با افزایش مصرف کود دامی رشد و عملکرد ارقام لوبیا بهبود یافت. عملکرد دانه با افزایش تراکم تا سطح ۲۰ بوته در مترمربع افزایش یافت. تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام مختلف باعث بروز تفاوت در اجزای عملکرد و عملکرد گردید؛ به‌طوری‌که بالاترین عملکرد دانه در بین ارقام مورد مطالعه مربوط به رقم ناز بود. با توجه به نتایج آزمایش به‌نظر می‌رسد که لوبیاقرمز ارقام ناز و پس از آن گلی احتمالاً ظرفیت تولید بیشتری تحت تأثیر سطوح کود دامی و تراکم نسبت به دیگر ارقام مورد مطالعه در شرایط مشابه آزمایش حاضر دارند.

منابع

1. Achieng, J.O., Ouma, G., Odhiambo, G., and Muyekho, F. 2010. Effect of farmyard manure and inorganic fertilizers on maize production on Alfisols and Ultisols in Kakamega, Western Kenya. Agriculture and Biology Journal of North America 1: 430-439.
2. Aggarwal, R.K., Praveen, K., and Power, J.F. 1997. Use of crop residue and manure to can serve water and enhance nutrient availability and pearl millet yields in an arid tropical region. Soil and Tillage Research 41: 43-57.
3. Ahmadinezhad, R., Najafi, N., Aliasgharzadand, N., and Oustan, SH., 2013. Effects of organic and nitrogen fertilizers on water use efficiency, yield and the growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). Water and Soil Science 23: 177-194.
4. Ayaz, S., D.L., Mc Niel, B.A., Kenzie, Mc., and Hill, G.D., 2001. Population and sowing depth effects on yield component of grain legumes. 10th Australian Agronomy Conference, Hobart. 31 January 2001.
5. Beatty, K.D., Eldridge, I.L., and Simpson, A.M. 1982. Soybean response to different planting patterns and dates. Agronomy Journal 74: 859-862.
6. Bennt, J.P., Adams, M.W., and Burga, C. 1977. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as effected by planting density. Crop Science 17:73-75.
7. Bilsbroow, P.E., and Evans, F.G. 1993. The influence of spring nitrogen on yield, yield component and glucosinolate content of autumn sown oil seed rape. Agriculture Science 120: 219-224.
8. Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.) model food legumes. Plant and Soil 252: 55-128.
9. Burnside, O.C., Wiens, M.G., Weins, B.J., Holders, B.J., Weibery, S., Ristau, V.E.A., Johnson, M.M., and Cameron, J.H. 1998. Critical periods for weed controlling in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 18: 149-159.
10. Carter, M.R. 2002. Soil quality for sustainable land management: Organic matter and aggregation interactions that maintain soil function. Agronomy Journal 94: 38-47.
11. Coelho, D.T., and Dale, R.F. 1980. An energy crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: planting to silking. Agronomy Journal 72: 503-510.
12. Dimova, D., and Svetleva, D. 1993. Inheritance and correlation of some quantitative characters in french bean in relation to increasing the effectiveness of selection. Plant Breeding Abstract 63(3): 344.

13. Fageria, N.K. 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Fl. USA.
14. Fageria, N.K., and Santos, A.B. 2008. Yield physiology of dry bean. Journal of Plant Nutrition 31: 983-1004.
15. Farahmand Rad, S. 1997. Study of planting date and density on yield and growth criteria of cowpea var. 29005. MSc. Thesis in Agronomy, University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary).
16. Fathi, G.H. 2006. Effects of planting pattern and population density on light extinction coefficient, light interception and grain yield of sweet corn (Hybrid SC 704). Journal of Agricultural Sciences Nature and Resourse 12: 131-143.
17. Ferreira, A.M., and Abrue, F.G. 2001. Description of development, light interception and growth of sunflower at two sowing dates and two densities. Mathematical Modeling and Simulation in Agricultural and Bio-Industries l56: 369-384.
18. Frade, M.M.M., and Valenciano, J.B. 2005. Effect of sowing density on the yield and yield components of spring sown irrigated chickpea (*Cicer arietinum*) grown in Spain. New Zealand Journal of Crop and Horticulture Science 33: 367-371.
19. Graft, R.J., and Rowland, G.G. 1987. Effects of plant density on yield and components of yield of faba bean. Canadian Journal of Plant Science 67: 1-10.
20. Graham, E., Grandy, S., and Thelen, M. 2009. Manure effects on soil organisms and soil quality. Emerging Issues in Animal Agriculture. Michigan State University Extension. P. 1-6.
21. Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., and Nelson, W.L. 1999. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Sixth Ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.
22. Horbert, S.J., and Baggerman, F.D. 1983. Cowpea response to row width, density and irrigation. Agronomy Journal 75: 982-986.
23. Ishag, H.M. 1973. Physiology of seed yield in field beans (*Vicia faba* L.) I. Yield and yield components. The Journal of Agricultural Scienc, Cambridge 80: 181-189.
24. Karthikeyan, B., Abdul Jaleel, C., Lakshmanan, G.M.A., and Deiveekasundaram, M. 2008. Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 62: 143-145.
25. Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research 2: 773-779.
26. Limon-Ortega, A., Govaerts, B., and Sayre, K.D. 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European Journal of Agronomy 29: 21-28.
27. Lucas, E.O., and Milbourn, G.M. 1976. The effect of density of planting on the growth of two *Phaseolus vulgaris* varieties in England. The Journal of Agricultural Scienc, Cambridge 87: 89-99.
28. Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N., and Kamgar haghighi, A.A. 2008. The effect of water stress, nitrogen chemical fertilizer, manure and combination of nitrogen fertilizer and manure on yield, yield components and water use efficiency of corn 704 single cross. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources 12: 417-423.
29. Malik, V.S., Swanton, C.J., and Michaels, T.M. 1993. Interaction of white bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars, row spacing and seeding density with annuals weed. Weed Science 41: 62-68.
30. Mandal, A., Patra, A.K., Singh, D., Swarup, A., and Ebhin Masto, R. 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. Bioresource Technology 98: 3585-3592.
31. Mariorana, M., Giorgio, F.D., and Rizzo, D. 1990. Effects of different planting dates on morphophysiological reproductive and qualitative characteristics of sunflower variations between hybrids and years. Annuali Cell, Instituto Sperimertale. Agronomy Bari (Italy) 21: 71-90.
32. Mason, S.C., and Leihner, D.E. 1986. Cassava-cowpea and cassava-peanut intercrop-pin. II. leaf area index and dry matter accumulation. Agronomy Journal 78: 47-53.
33. Mcvetty, P.B. 1986. Response of faba bean (*Vicia faba* L.) to seeding date and seeding rate. Canadian Journal of Plant Sciences 66: 39-44.
34. Mirzayee Nodoushan, H. 1988. Evaluation of genetic and geographic diversities in Iranian and foreign collections for beans. MSc. Thesis in Agronomy, University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary).
35. Nienhuis, J., and Singh, S.P. 1985. Effects of location and plant density on yield and architectural traits in dry bean. Crop Science 25: 579-584.

36. Nourmand, F., Rostami, M.A., Ghannadha, M.R., 2001. A study of morpho-physiological traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.), relationship with grain yield under normal and drought stress conditions. Iranian Journal of Agriculture Sciences 3: 785-794. (In Persian with English Summary).
37. Osler, R.D., and Cartter, J.L. 1954. Effect of planting dates on characteristics of common bean. Agronomy Journal 46: 267-270.
38. Parsons, D., Ramirez-Aviles, L., Cherney, J.H., Ketterings, Q.M., Blake, R.W., and Nicholson, C.F. 2009. Managing maize production in shifting cultivation milpa systems in Yucatan, through weed control and manure application. Agriculture, Ecosystems and Environment 133: 123-134.
39. Parvizi, Y., and Nabati, E. 2004. Effect of manure application and irrigation interval on yield indices and water use efficiency in maize (*Zea mays* L.). Pajouhesh & Sazandegi (63): 21-29. (In Persian with English Summary).
40. Peacock, A.D., Mullen, M.D., Ringellberg, D.B., Tyler, D.D., Hedruicl, D.B., Gale, P.M., and Whithe, D.C. 2001. Soil microbial community responses to dairy manure or ammonium nitrate application. Soil Biologya and Biochemistry 33: 1011-1019.
41. Ramirez, H.A., and Serrano Covarrubias, L.M. 1994. Selection for response variables in French bean. Plant Breeding Abstract 64(5): 687.
42. Rezaenejad, Y., and Afyuni, M. 2001. Effect of organic matter on soil chemical properties and corn yield and elemental uptake. Journal of Scientific and Technological Agriculture and Natural Resources. Water and Soil, Isfahan University of Technology 4: 19-29. (In Persian with English Summary).
43. Saberali, S.F., Modarres Sanavi, S.A.M., Baghestani, M.A., Bannayan, M., and Rahimian-Mashhadi, H. 2012. Influence of nitrogen rates on the growth and grain yield of two dry bean genotypes under redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) competition. Journal of Agroecology 2: 34-47. (In Persian with English Summary).
44. Saha, J.K., Adhikari, T., and Mandal, B. 1999. Effect of lime and organic matter on distribution of zinc, copper, iron and manganese in acid soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis 30: 1819-1829.
45. Salardini, A.A. 2003. Soil Fertility. Tehran University Publications, Tehran, Iran. (In Persian).
46. Salehi, F., 2014. Effect of plant density on seed yield and its components in new red bean lines. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 103: 23-28.
47. Salehi, M., Akbari, R., and Khorshidi Benam, M. 2008. A study on response of yield and seed yield components of red bean *(Phaseolus vulgaris* L.) genotypes to delay in planting in Miyaneh region. JWSS: Isfahan University of Technology 12(43): 105-115.
48. Sarmadnia, G.H., and Koocheki, A. 2001. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Publication of Mashhad, Iran. (In Persian).
49. Senesi, N. 1989. Composted materials as organic fertilizers. Science of the Total Environment 81-82: 521-542.
50. Sharar, M.S., Ayub, M., Nadeem, M.A., and Noori, S.A. 2001. Effect of different row spacings and seeding densities on the growth and yied of gram (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal of Agricultural Sciences 38(3-4): 51-53.
51. Shirtliffe, S.J., and Johnston, A.M. 2002. Yield density relationships and optimum plant populations in two cultivars of solid-seeding dry bean grown in Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Science 82: 521-529.
52. Singer, W.J., Sally, S.D., and Meek, D.W. 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. Agronomy Journal 99: 80-87.
53. Tamari, A. 2011. Effect of biological and nitrogen fertilizers on effectiveness of corn intercropped with bean. MSc. Thesis in Agronomy, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary).
54. Tawaha, A.R.M., Turk, M.A., and Lee, K.D., 2005. Adaptation of chickpea to cultural practices in mediterranean type environment. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 1(2): 152-157.
55. Teasdale, J.R., and Frank, J.R. 1983. Effect of row spacing on weed competition with snap bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 31: 81-85.
56. Torabi Jefroodi, A., Fayaz Moghadam, A., and Hasanzadeh Ghoort Tapeh, A., 2005. An investigation of the effect of plant population density on yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Agriculture Science 36: 639-646. (In Persian with English Summary).
57. Torkamani, N., and Alikhani, H.A. 2008. Comparing vermicompost derived from cattle, sheep and poultry fertilizers in different moisture. 3rd National Congress of Recycling and Using Renewable Organic Resources. Isfahan, 15-17May 2008. (In Persian).

58. Werner, D. 2005. Production and biological nitrogen fixation of tropical legumes. p.1-13. In: D. Werner and W.E. Newton (Eds.). Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology, and the Environment. Springer. Printed in the Netherlands.
59. Westermann, D.T., Kleinkopf, G.E., Porter, L.K., and Legett, G. E. 1981. Nitrogen sources for bean seed production. Agronomy Journal 73: 660-664.
60. Xiao, S., Chen. S., Zhao, L., and Wang, G. 2006. Density effects on plant height growth and inequality in sunflower population. Agronomy Journal 48: 513-519.
61. Yeilagh Cheghakhor, A., Mesgarbashee, M., Mamghaniand, R., and Nabipour, M. 2010. Effect of row spacing and plant density on some morphological traits, yield, yield components and seed protein in two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Agricultural Sustainable and Production Science 20(3): 113-123. (In Persian with English Summary).
62. Yolcu, H., Gunes, A., Dasci, M., Turan, M., and Serin, Y. 2010. The effects of solid, liquid and combined cattle manure applications on the yield, quality and mineral contents of common vetch and barley intercropping mixture. Ekoloji 19: 71-81.
63. Zaffaroni, E., and Schneiter, A.A. 1991. Sunflower production as influenced by plant type; plant population and row arrangement. Agronomy Journal l83: 113-118.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 1, 2018, p. 12-28

Effect of plant density and manure application rate on yield and yield components of various common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars

Ahmadzadeh Ghavidel[1], R., Asadi[2*], G.A., Naseri Pour Yazdi[3], M.T., Ghorbani[4], R. & Khorramdel[5], S.

1. PhD Student in Agroecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, ahmadzadeh_ra@yahoo.com
2. Associate Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
3. Assistant Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
4. Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, reza-ghorbani@um.ac.ir
5. Associate Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, khorramdel@um.ac.ir

Received: 28 October 2015
Accepted: 16 July 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v9i1.50242

Introduction

Phaseolus vulgaris or common bean, is an herbaceous annual plant in the Fabaceae is cultivated in many parts of the world. Bean varieties have been developed to have both bush and twining forms. Numerous cultivars of common beans have been developed, including string beans, stringless varieties (such as the slender French haricot varieties), and snap beans. Intensive agricultural activities have led to profound land use transformations. As a result of intensive successive croppings, there has been physical, chemical, and biological degradation of soils, resulting in decreased crop productivity. This trend is incurring high economic and environmental costs. The use of organic fertilizers, such as animal manures has been proposed as one of the main pillars of sustainable agriculture. Animal manure is a valuable resource as a soil fertilizer because it provides large amounts of nutrients for crop growth and is a low-cost, environmentally friendly alternative to mineral fertilizers. The environment within a canopy of given density will be affected both by plant architecture and row spacing. As seed is a major input cost for dry bean production, optimum plant density should maximize yield while minimizing seed cost. Solutions based on the principles of ecological agriculture in agricultural ecosystems, in addition to the current needs of the plant, also lead to long-term sustainability of agricultural systems.

Materials & Methods

To evaluate the yield and yield components of common beans by planting density, manure and cultivar, a factorial layout based on randomized complete block design with four replications was conducted at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad during growing season 2014-2015. Experimental factors including cow manure levels, three levels (0, 15 and 30 $t.ha^{-1}$), plant density on row, three levels (5, 10 and 15 $plants.m^{-2}$) and cultivar, three levels (Akhtar, D-81083, Naz and Goli). Before harvesting, plant height, pod number per plant, seed number per pod, seed weight per pod and 100-seed weight were measured in 10 randomly selected plants. Biological and seed yields of bean were determined at the end of growing season. Studied traits were plant height, pod number per plant, seed number per pod, seed weight per pod, 100-seed weight, seed yield, biological yield and harvest index (HI) of bean. Analysis of variance (ANOVA) and least significant difference were performed using SAS version 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Results & Discussion

The results showed that the simple effects of manure, density and cultivar were significant ($p \leq 0.05$) on more studied traits of bean. By increasing manure level yield and yield components of bean were enhanced. By increasing manure level up to 15 and 30 $t.ha^{-1}$ seed yield was improved due to improvement in physical and chemical characteristics of soil up to 7 and 15% compared to control, respectively. Also, by enhancing plant density an increasing trend for yield was observed. In comparing different cultivars the highest seed yield was observed for Naz (291.04 $g.m^{-2}$) and the lowest was for Akhtar (236.63 $g.m^{-2}$). The maximum seed

***Corresponding Author:** asadi@um.ac.ir, Tel: 05138805807

yield was related to 30 t manure per ha^{-1} + Naz (305.59 $g.m^{-2}$) and the minimum was for control +Akhtar (220.33 $g.m^{-2}$). Seed yield had positive correlation with plant height, number of pod per plant, number of seed per pod, seed weight per pod and 100- seed weight and the highest correlation coefficient was computed for 100-seed weight (R^2=0.723**). Genetic potentials between cultivers created differences in yield and yield components, so the highest yield among cultivars was obtained by Naz.

Conclusion

By increasing manure level seed yield and yield components were enhanced due to improvement in physical and chemical characteristics of soil. By increasing plant density up to 20 $plants.m^{-2}$ seed yield of bean was increased. The highest yield among cultivars was obtained by Naz.

Key words: Height, Number of flowers, Number of pods per plant, Seed weight